

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2) (11)特許番号

特許第3056656号

(P 3 0 5 6 6 5 6)

(45)発行日 平成12年6月26日(2000. 6. 26)

(24)登録日 平成12年4月14日(2000. 4. 14)

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

B 2 2 D 11/115

B 2 2 D 11/115

A

11/04

3 1 1

11/04

3 1 1 J

11/07

11/07

請求項の数4 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-305827

(22)出願日 平成6年12月9日(1994. 12. 9)

(65)公開番号 特開平8-155611

(43)公開日 平成8年6月18日(1996. 6. 18)

審査請求日 平成10年6月10日(1998. 6. 10)

(73)特許権者 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 澤田 健三

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会  
社 技術開発本部内

(72)発明者 和嶋 潔

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会  
社 技術開発本部内

(72)発明者 竹内 栄一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会  
社 技術開発本部内

(74)代理人 100068423

弁理士 矢葺 知之 (外1名)

審査官 金 公彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 溶融金属の連続铸造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅に周期的に強弱をつけた交流波形と電流値に周期的に強弱をつけた直流波形を組み合わせて通電することを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法。

【請求項2】 溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、交流電流の振幅の強弱の周期と直流電流の電流値の強弱の周期を同じに選び振幅の大きな交流電流通電期に電流値の大きな直流電流を通電することを特徴とする

2

溶融金属の連続鋳造方法。

【請求項3】 溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅の小さい交流電流の通電期に電流値の大きな直流電流を通電することを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法。

【請求項4】 溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅に強弱をつけた交流波形と電流値一定の直流波形を組み合わせて通電することを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、主として、鋼、ステンレス、合金、アルミニウムなどを鋳造対象とする固定鋳型を用いた溶融金属の連続鋳造方法において、鋳型の外に電磁コイルを配設し、鋳型内の溶融金属にピンチ力を付与して潤滑剤の送り込みを促進させ鋳型内溶融金属の潤滑性を向上するとともに、湯面の擾乱を抑制してメニスカスを安定化して鋳片の表面性状を向上できる溶融金属の連続鋳造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、例えば鋼の連続鋳造プロセスにおいては、溶鋼湯面に添加され、溶融する潤滑パウダーは、所定の条件で振動する鋳型と一定速度で引き抜かれる凝固シェルとの間にこれらの相互作用あるいは自然落下によって流入、消費されるもので、この潤滑パウダーによる潤滑性の良否は連続鋳造の操業性、鋳片の品質特に表面性状に大きく影響することが知られている。

【0003】この潤滑パウダーの消費量は、鋳型と凝固シェル間の潤滑を支配する重要な因子と考えられており、これを増加させるために種々の方策が提案されている。

【0004】例えば、特開平5-293613号公報においては、図6に示すように、鋳型mの外側に電磁コイルcを配設しこの電磁コイルに通電して、鋳型m内メニスカスから鋳造方向に少なくとも10cm以上の範囲にわたって1000~3000ガウスの周波数が30~200Hzの交流磁場を作用させ、鋳型中心軸方向に向かうような電磁力を溶鋼プールに誘起させることにより、鋳型内溶鋼sに対するピンチ力を発生させ、潤滑剤pの送り込みを促進させるとともに、1000ガウス以上の直流磁界を発生させる直流電流を重畳させて交流磁界による電磁力をメニスカス近傍に与えつつ、発生しようとする溶鋼湯面sfの変動(点線sf1、sf2、sf3のような溶鋼湯面の変化)を直流磁界によって押さえ、メニスカスの擾乱を抑制することが提案されている。

【0005】しかし、このように、定常的な交流電流と直流電流を重畳した電流波形を通電した場合、メニスカスの擾乱が抑制できない場合があった。これは、電磁力が、 $dB/dt \times B$  (Bは磁束密度) に比例するため、定常的交流磁場によって常に流動を誘起する電磁力が印加されるためである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明においては、鋳型の厚み方向への電磁力を大きくして、鋳型内溶融金属に対して十分なピンチ力を付与し、鋳型と溶融金属間への潤滑パウダーの送り込みを促進するとともに、メニスカスの擾乱を抑制して、鋳片の表面性状改善効果を安定化できる溶融金属の連続鋳造方法を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第一の発明は、溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅に周期的に強弱をつけた交流波形と電流値に周期的に強弱をつけた直流波形を組み合わせることを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法、第二の発明は、溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、交流電流の振幅の強弱の周期と直流電流の電流値の強弱の周期を同じに選び振幅の大きな交流電流通電期に電流値の大きな直流電流を通電することを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法、第三の発明は、溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅の小さい交流電流の通電期に電流値の大きな直流電流を通電することを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法、第四の発明は、溶融金属を注入して凝固させる鋳型の外側に電磁コイルを配置し、鋳型内溶融金属に電磁力を付与しながら鋳造を行う溶融金属の連続鋳造方法において、電磁コイルに交流電流と直流電流を通電できるようにし、振幅に強弱をつけた交流波形と電流値一定の直流波形を組み合わせることを特徴とする溶融金属の連続鋳造方法である。

【0008】

【作用】本発明においては、鋳型の厚み方向に十分な磁界を発生させて鋳型内の溶融金属に対して、大きなピンチ力を付与することができ、鋳型と溶融金属間に潤滑剤を効果的に送り込むことができ潤滑特性を向上するとともに、メニスカスの擾乱を抑制することができ、鋳片の表面性状を改善、安定化することができる。

【0009】本発明者等は、種々の実験を通じて、交流電流と直流電流を重畳した電流波形で通電する場合、鋳型内溶融金属に対して大きなピンチ力を付与するとともに、メニスカスの擾乱を安定的に抑制するためには、交流電流の振幅を小さくする期間を設けることが有効であることを知見した。

【0010】すなわち、交流電流の振幅を小さくする期間を設けることで、メニスカスの擾乱を誘起する電磁力を周期的に小さくし、メニスカスの擾乱を抑制することができる。

【0011】電流波形の振幅の強弱の期間を同じに選んだ交流電流と直流電流を組み合わせる場合において、交流電流の振幅が大きい期間と直流電流値を大きくする期間を一致させることで、交流電流と直流電流の小さい期

間が一致し、電磁力が非常に弱くなる期間が存在するため、メニスカスの擾乱はこの期間に自然に整定される。この場合は、強い交流と直流が印加される期間に電磁力が非常に大きくなるため、潤滑材の送り込みが極めてよく促進され、表面性状の改善効果が最も顕著である。

【0012】また、交流電流の振幅が小さい期間と直流電流値を大きくする期間を一致させることで、交流電流が弱い期間に直流電流による電磁ブレーキ効果が発生し、メニスカスの擾乱は速やかに整定する。その他、振幅に強弱をつけた交流波形と電流値一定の直流波形を組み合わせても上記の場合と類似の作用効果を得ることができる。このため、鑄造時のメニスカス安定化効果が大きい。

【0013】本発明は鋼の他、ステンレス、合金、アルミニウムなどを鑄造対象とする、固定鑄型を用いた連続鑄造方法としても適用可能である。

【0014】

【実施例】

（実施例1）以下に本発明を丸鋼の連続鑄造方法において適用した場合の実施例を実施装置例とともに説明する。図1において、1は鑄型で、銅板1aで形成されている。この鑄型1の中心部には、タンディッシュ（図示省略）から溶鋼sを注入する浸漬ノズル2が配設されている。そして、この浸漬ノズル2から鑄型内に溶鋼sが供給され、溶鋼湯面を所定のレベルに維持しながら連続鑄造が行われ鑄片scが得られる。

【0015】ここで用いられる鑄型1形成する銅板1aの外側には、バックプレート3を介して周回型の電磁コイル4が配設され、鑄型1の厚み方向に移動磁界を発生させることにより、鑄型内溶鋼sの湯面近傍部をピンチして、鑄型1内の溶鋼面sfを中央部側に盛り上げ、鑄型1内面と溶鋼面間に湯面陥没部5を形成することにより、潤滑剤pの送り込みを促進する。

【0016】この例では、電磁コイル4に通電する電流波形を、振幅に周期的に強弱をつけた交流波形と、電流値に周期的に強弱をつけた直流波形の組み合わせ、あるいは、振幅に強弱をつけた交流波形と、電流値一定の直流波形とを組み合わせができるように、電磁コイル4に対する通電回路が形成されている。

【0017】すなわち、電源装置6には、任意波形発生装置7が接続されており、任意波形発生装置7から電源装置6に予め設定された励磁電流波形が指示され、これによって電磁コイル4に任意波形の励磁電流を印加することができる。

【0018】（実施例2）この実施例は、図1に示したような構成を有する鋼の連続鑄造装置を用いた連続鑄造方法において本発明を適用した場合のものである。この実施例では、鑄型1は、内径170mmでこの鑄型1を形成する銅板1a厚5mmのものを、電磁コイル4は、内径250mm、外径550mm、高さ160mmのものを

いた。

【0019】このような連続鑄造装置を用いて、電磁コイル4に通電する電流波形の組み合わせを選択して、電磁コイルに通電しながら連続鑄造を実施した。この例では、この連続鑄造に際して、鑄型に120cpm、ストローク±6mmのオシレーションを付与した。この各実施例について、電流波形の組み合わせ条件と実施結果を本発明の外である比較例とともに、以下に説明する。

【0020】比較例a：電磁力を印加しないで鑄造した場合では、鑄片表面に深さ350μm程度のオシレーションマークが発生し、かつこのマークに沿って鑄片の横割れが発生しており、表面手入れが必要であった。

比較例b：図5に示すように、波高値500A、周波数50Hzの交流電流と1000Aの直流電流を重畳した場合では、オシレーションマークの深さは120μmに改善されたもののメニスカスの擾乱に対しては抑制効果が十分ではなく、鑄片表面粗度の大きい部分が発生しており、表面手入れが必要であった。

【0021】実施例a：図2に示すように、周波数50Hzの交流電流の振幅を0、25秒毎に500Aと0Aに切り換えた電流波形と、同じく0、25秒毎に直流電流値を1000Aと0Aに切り換えた電流波形を重畳した場合では、メニスカスの擾乱は十分に抑制され、鑄片のオシレーションマークは140μmまで改善され、鑄片表面性状は良好で安定しており、表面手入れの必要は全くなかった。

実施例b：図3に示すように、電流波形を通電した場合では、メニスカスの擾乱は十分に抑制され、鑄片のオシレーションマークは170μmまで改善され、鑄片表面性状は良好で安定しており、表面手入れの必要は全くなかった。

実施例c：図4に示すように、周波数50Hzの交流電流の振幅を0、25秒毎に500Aと0Aに切り換えた電流波形と、1000Aの直流波形を重畳した場合では、メニスカスの擾乱は十分に抑制され、鑄片のオシレーションマークは150μmまで改善され、鑄片表面性状は良好で安定しており、表面手入れの必要は全くなかった。

【0022】鑄造条件

鑄造鑄片：径 170mm断面円形鑄片

材質：炭素鋼

鑄造速度：2m/min

溶鋼面レベル：鑄型上端から下方へ100mmの位置

【0023】以上のように、本発明の実施例では、本発明の外である比較例に比し、鑄型内溶鋼に対して十分なピンチ力を作用させて鑄型と溶鋼湯面間に潤滑剤の送り込みを促進するとともに、メニスカスの擾乱を十分に抑制することができ、鑄片の表面性状を向上、安定することができた。

【0024】

【発明の効果】本発明においては、鑄型の厚み方向に十分な移動磁界を発生させて鑄型内の溶融金属に対して、大きなピンチ力を付与することができ、鑄型と溶融金属間に潤滑剤を効果的に送り込むことができ潤滑特性を向上するとともに、メニスカスの流動（擾乱）を抑制することができ、鑄片の表面性状を向上、安定化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用する溶鋼の連続鑄造装置例を示す縦断面概要説明図。

【図2】本発明の実施例1における電磁コイルへの通電電流波形の組み合わせ例を示す概要説明図。

【図3】本発明の実施例2における電磁コイルへの通電電流波形の組み合わせ例を示す概要説明図。

【図4】本発明の実施例3における電磁コイルへの通電電流波形の組み合わせ例を示す概要説明図。

【図5】本発明に対する比較例2における電磁コイルへ

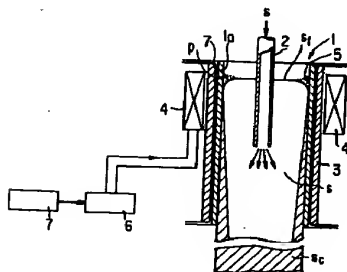
の通電電流波形の組み合わせ例を示す概要説明図。

【図6】従来の溶鋼の連続鑄造装置例を示す縦断面概要説明図。

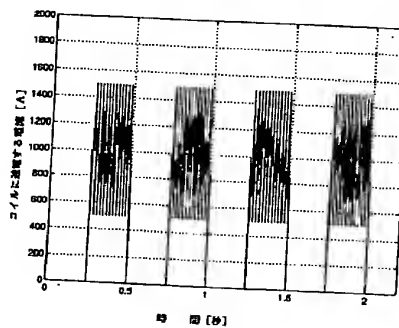
【符号の説明】

- 1 鑄型
- 1a 銅板
- 2 浸漬ノズル
- 3 バックプレート
- 4 電磁コイル（リニアモーター）
- 5 溶鋼面陥没部
- 6 電源装置
- 7 任意波形発生装置
- s 溶鋼
- sc 鑄片
- sf、sf1、sf2、sf3 溶鋼湯面
- p 潤滑剤（パウダー）

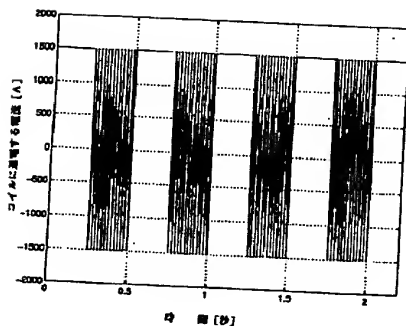
【図1】



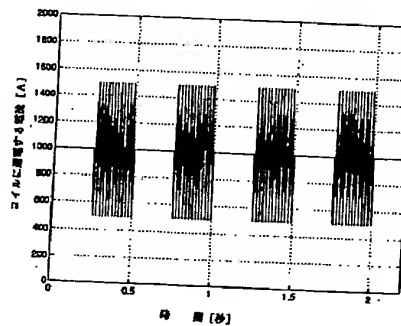
【図2】



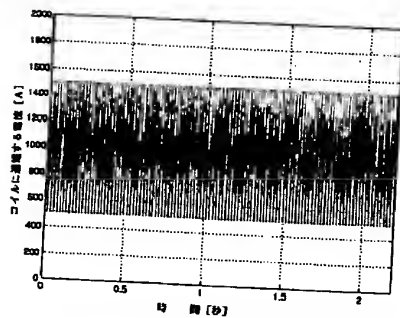
【図3】



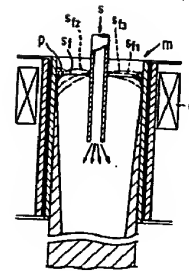
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤 健彦  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株  
式会社 技術開発本部内

(56)参考文献 特開 平5-293613 (JP, A)  
特開 平4-13445 (JP, A)  
特開 平5-104224 (JP, A)  
特開 昭64-83348 (JP, A)  
特開 昭52-134817 (JP, A)  
特開 平3-198949 (JP, A)  
特開 平2-287091 (JP, A)  
特開 平7-96360 (JP, A)  
特開 昭63-188461 (JP, A)  
特開 平8-90167 (JP, A)  
特開 平7-148555 (JP, A)  
特開 平6-304719 (JP, A)  
特開 平6-182518 (JP, A)  
特開 平6-182517 (JP, A)  
特開 平6-71402 (JP, A)  
特開 平6-71400 (JP, A)  
特開 平5-318064 (JP, A)

(58)調査した分野(Int. Cl.<sup>7</sup>, DB名)

B22D 11/115

B22D 11/04 311

B22D 11/07